

## Izbor mljekarske kulture i tijek kretanja kiselosti u proizvodnji sira Podravca

Slavko Kirin

Znanstvena bilješka – Scientific note

UDK:637.336

### Sažetak

*U radu su prikazane vrijednosti kretanja kiselosti sira Podravca na kontinuiranoj liniji predprešanja, kalupljenja i prešanja, u čijoj je proizvodnji korištena pogonska mljekarska kultura i istovrsna zamrznuta koncentrirana kultura, sa i bez pomoćne kulture **Streptococcus thermophilus**, za izravno dodavanje mlijeku za sirenje. Utvrđeno je da se kiselost intenzivnije razvija u siru proizvedenom s pogonskom kulturom u odnosu na sir proizveden s kulturom za izravnu upotrebu. Posebice je to izraženo u prvoj fazi proizvodnje, tj. do soljenja sira. Tijekom soljenja, kiselosti sira s obje upotrijebljene kulture bila je gotovo identična. Sirevi proizvedeni s istovrsnom zamrznutom kulturom i pomoćnom kulturom **Streptococcus thermophilus** imali su izraženiju kiselost prije soljenja, dok je kiselost nakon soljenja bila niža u odnosu na sireve s navedena dva oblika kulture. Utvrđene su određene razlike između organoleptičkih svojstava zrelih sireva.*

*Ključne riječi: pogonska mljekarska kultura, zamrznuta koncentrirana kultura za izravnu upotrebu, pH vrijednost sira, krivulja kiselosti, organoleptička svojstva*

### Uvod

Izbor i svojstva upotrijebljene mljekarske kulture imaju temeljnu ulogu u proizvodnji svih vrsta sireva. Posebice važno svojstvo je sposobnost zakiseljavanja, odnosno tvorba mliječne kiseline, koja regulira uvjete proizvodnje i zrenja sira, oblikujući njegova karakteristična organoleptička svojstva. Kiselost sira važna je posebice kod soljenja sira. Tijekom soljenja dolazi do ionske razmjene između kalcijevih i vodikovih iona sira i natrijevih iona salamure (T r a t n i k, 1998.). Ako je niža kiselost i niža temperatura, sol se koncentrira u rubnom dijelu i sprječava difuziju prema sredini sira

stvarajući bijeli rub ispod kore, što se smatra manom sira (K a m m e r l e h n e r, 1986.). Kiselost sira izravno utječe i na enzimatske procese i na aktivnost vode ( $a_w$  vrijednost) tijekom zrenja sira oblikujući njihova organoleptička svojstva, ili uzrokujući njihove mane. Stoga je vrlo važno postići optimalnu kiselost sira prije i nakon soljenja, te je determinirati kao tehnološki normativ.

Tijek zakiseljavanja u procesu proizvodnje sira obično se prikazuje krivuljom kiselosti. Ona predstavlja rast titracijske kiselosti ( $^{\circ}\text{SH}$ ), ili pH vrijednosti kroz faze proizvodnje sira. Njezin tijek mora biti uravnotežen i optimalan, odnosno karakterističan za svaku vrstu sira. Shvaćena na takav način, krivulja kiselosti može se smatrati “osobnom iskaznicom svakog sira” (S a l v a d o r i d e l P r a t o, 1998.).

Kiselost mlijeka za sirenje, sirnog gruša, zrna i formiranog sira, uvjetovana je svojstvima i aktivnošću bakterija mliječne kiseline dodanih mlijeku u obliku mljekarske kulture. Danas se u proizvodnji sira koristi pogonska kultura uzgojena na mlijeku ili mediju, ili se koriste zamrznute i zamrznute koncentrirane kulture za izravnu upotrebu, odnosno dodavanje mlijeku za sirenje. Opća je tendencija upotreba zamrznutih kultura za izravnu upotrebu, kao sigurnog oblika i postojanog sastava, čistoće i aktivnosti, gdje su opasnosti od faga i rizici u pripremi i upotrebi svedeni na najmanju mjeru.

Svrha je ovoga rada utvrditi koja od upotrijebljenih mljekarskih kultura najpovoljnije utječe na tvorbu kiselosti sira Podravca, odnosno postignuće optimalnog normativa kiselosti sira prije soljenja (pH 5,50 – 5,90) i nakon soljenja (pH 5,10 – 5,30) u uvjetima kontinuiranog i automatiziranog procesa predprešanja, kalupljenja i prešanja sira Podravca. Isto tako cilj je usporedno izraditi krivulje kiselosti za sireve proizvedene ovim kulturama, te utvrditi utjecaj upotrijebljenih mljekarskih kultura na organoleptička svojstva, posebice na pojavu mane bijelog ruba sira.

### ***Materijal i metode rada***

Prema postojećim tehnološkim normativima, na novoj kontinuiranoj i automatiziranoj liniji predprešanja, kalupljenja i prešanja, pokusno je proizvedeno 67 šarži sira Podravca. Jedna šarža iznosi 10.000 litara mlijeka za sirenje i u ovom radu predstavlja jedan pokus. Prije sirenja mlijeko je pasterizirano, baktofugirano i tipizirano. Prosječno vrijeme tehnološkog procesa, od punjenja mlijeka do soljenja sira, iznosilo je oko 4,5 sati.

U pokusima je upotrijebljena mezofilna DL kultura istog tipa i proizvođača, sljedećeg sastava: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* i *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

Korištena je u 3 varijante:

Sa oznakom A korištena je u 22 pokusa kao pogonska tekuća kultura pripremljena je na uobičajeni način, pri čemu je kao cjepivo korištena zamrznuta (liofilizirana) kultura. Količina dodane pogonske kulture mlijeku za sirenje iznosila je 1 %.

Sa oznakom B korištena je u 25 pokusa kao zamrznuta koncentrirana i peletirana kultura za izravnu upotrebu, a sadržavala je  $0,6 \times 10^{10}$ /g bakterija mliječne kiseline. Upotrijebljena količina iznosila je 1000 g po proizvodnoj šarži.

Sa oznakom C korištena je u 20 pokusa kao zamrznuta koncentrirana i peletirana kultura (500 g) u kombinaciji sa 500 g zamrznute kulture *Streptococcus thermophilus* za izravnu upotrebu.

Kiselost (pH vrijednost) u svih 67 pokusa (šarži), utvrđivana je u 5 faza proizvodnje, odnosno kod:

- I. Mlijeka za sirenje
- II. Mlijeka prije sirenja
- III. Sirutke
- IV. Sira prije soljenja
- V. Sira nakon soljenja

Kiselost (pH vrijednost) utvrđivana je pH-metrom.

Dobiveni rezultati mjerenja kiselosti u pojedinim proizvodnim fazama sira obrađeni su deskriptivnom statističkom analizom (B a r i ć, 1964.).

Organoleptička svojstva utvrđena su degustacijom.

**Rezultati i rasprava****Tijek kiselosti**

Rezultati mjerenja pH vrijednosti u pojedinim fazama proizvodnje sira Podravca prikazani su u tablicama. Navedene su njihove frekvencije (f) unutar razreda, te njihov udio u ukupnom broju uzoraka.

Kiselost mlijeka za sirenje sira Podravca u analiziranim proizvodnim šaržama, prikazana je u tablici 1.

*Tablica 1: Kiselost mlijeka (pH) za proizvodnju sira Podravca*

*Table 1: Acidity (pH) of milk used for Podravec cheese production*

Razred Class	Kultura A Culture A		Kultura B Culture B		Kultura C Culture C	
	f	%	f	%	f	%
6,59 – 6,60	-	-	5	20,00	5	25,00
6,61 – 6,62	-	-	-	-	-	-
6,63 – 6,64	1	4,55	3	12,00	7	35,00
6,65 – 6,66	6	27,27	17	68,00	-	-
6,67 – 6,68	-	-	-	-	-	-
6,69 – 6,70	15	68,18	-	-	8	40,00
Ukupno Total	22	100,00	25	100,00	20	100,00

Kiselost standardiziranog mlijeka za sirenje kod najvećeg broja (100,00 – 80,00 – 75,00 %) uzoraka nalazila se unutar granica pH 6,63 – 7,00. Ova uža varijabilnost proizlazi iz nativnih svojstava zbirnog mlijeka kojemu još nisu dodane mljekarske kulture te nije podvrgnuto fermentacijskim procesima proizvodnje sira.

U tablici 2. prikazane su pH vrijednosti mlijeka neposredno prije sirenja, odnosno oko 40 min. nakon dodatka mljekarske kulture.

Kod 21 uzorka s kulturom A, pH vrijednost varirala je unutar širih granica 6,49 – 6,56, odnosno užih 6,51 – 6,54 (1 uzorak).

Kod 22 uzorka s kulturom B, pH vrijednost kretala se unutar granica 6,45 – 6,48, što predstavlja višu kiselost u odnosu na uzorke s kulturom A. Ovaj porast kiselosti može se djelomično objasniti višom početnom kiselošću mlijeka prije dodavanja mljekarske kulture (tablica 1).

Tablica 2: Kiselost (pH) mlijeka prije sirenja  
Table 2: Acidity (pH) of milk before curdling

Razred Class	Kultura A Culture A		Kultura B Culture B		Kultura C Culture C	
	f	%	f	%	f	%
6,43 – 6,44	-	-	1	4,00	-	-
6,45 – 6,46	1	4,55	13	52,00	4	20,00
6,47 – 6,48	-	-	9	36,00	2	10,00
6,49 – 6,50	3	13,64	2	8,00	2	10,00
6,51 – 6,52	6	27,27	-	-	-	-
6,53 – 6,54	8	36,36	-	-	1	5,00
6,55 – 6,56	4	18,18	-	-	5	25,00
6,57 – 6,58	-	-	-	-	1	5,00
6,59 – 6,60	-	-	-	-	3	15,00
6,61 – 6,62	-	-	-	-	-	-
6,63 – 6,64	-	-	-	-	2	10,00
Ukupno Total	22	100,0	25	100,00	20	100,00

Tablica 3: Kiselost (pH) sirutke  
Table 3: Acidity (pH) of whey

Razred Class	Kultura A Culture A		Kultura B Culture B		Kultura C Culture C	
	f	%	f	%	f	%
6,38 – 6,40	6	27,27	-	-	2	10,00
6,41 – 6,42	7	31,82	-	-	1	5,00
6,43 – 6,44	4	18,18	-	-	-	-
6,45 – 6,46	1	4,55	7	28,00	2	10,00
6,47 – 6,48	4	18,18	4	16,00	1	5,00
6,49 – 6,50	-	-	8	32,00	5	25,00
6,51 – 6,52	-	-	3	12,00	1	5,00
6,53 – 6,54	-	-	-	-	3	15,00
6,55 – 6,56	-	-	3	12,00	4	20,00
6,57 – 6,58	-	-	-	-	1	5,00
Ukupno Total	22	100,0	25	100,00	20	100,00

Isti trend zabilježen je pri upotrebi kulture C, kada je u 18 uzoraka utvrđena pH vrijednost unutar širih granica 6,45 – 6,60.

Tijekom tehnološkog procesa utvrđena je izraženija varijabilnost pH vrijednosti sirutke na kraju obrade sirnog zrna, ovisno o upotrijebljenoj kulturi (tablica 3).

*Tablica 4: Kiselost (pH) sira prije soljenja*

*Table 4: Acidity (pH) of cheese before salting*

Razred Class	Kultura A Kultura A		Kultura B Kultura B		Kultura C Culture C	
	f	%	f	%	f	%
5,60 – 5,65	-	-	-	-	2	10,00
5,66 – 5,70	-	-	-	-	2	10,00
5,71 – 5,75	1	4,55	-	-	3	15,00
5,76 – 5,80	1	4,55	-	-	2	10,00
5,81 – 5,85	3	13,64	-	-	3	15,00
5,86 – 5,90	5	22,72	-	-	6	30,00
5,91 – 5,95	7	31,82	-	-	2	10,00
5,96 – 6,00	5	22,72	-	-	-	-
6,01 – 6,05	-	-	-	-	-	-
6,06 – 6,10	-	-	-	-	-	-
6,11 – 6,15	-	-	3	12,00	-	-
6,16 – 6,20	-	-	6	24,00	-	-
6,21 – 6,25	-	-	7	28,00	-	-
6,26 – 6,30	-	-	4	16,00	-	-
6,31 – 6,35	-	-	3	12,00	-	-
6,36 – 6,40	-	-	2	8,00	-	-
Ukupno Total	22	100,00	25	100,00	20	100,00

Najviša kiselost sirutke utvrđena je u uzorcima s kulturom A, što se objašnjava višim stupnjem aktivnosti tehničke kulture u odnosu na ostale dvije (B i C). U 22 uzorka s kulturom B, pH vrijednost sirutke bila je od 6,45 – 6,52. Najveća varijabilnost zabilježena je u uzorcima s kulturom C, iako je većina uzoraka (13) imala pH vrijednosti 6,49 – 6,56.

Kiselost sira utvrđivana je nakon izlaska sira iz preša, odnosno prije stavljanja na soljenje. Rezultati mjerenja pH vrijednosti prikazani su u tablici 4.

Rezultati iz tablice 4 ukazuju na jako izraženu diferencijaciju pH vrijednosti ovisno o upotrijebljenoj kulturi. Unutar normativnih vrijednosti (pH 5,50 – 5,90) nalazilo se 10 uzoraka s kulturom A i 18 uzoraka s kulturom C. Uzorci s kulturom B bili su izvan normativa radi visokih pH vrijednosti (6,11 – 6,40). Razlog tome je u različitom stupnju aktivnosti pojedinih kultura, njihovom sastavu i temperaturi obrade sirnog zrna, što je osobito došlo do izražaja kod kulture C.

Rezultati mjerenja pH vrijednosti sira nakon soljenja, odnosno prije vakuumskog pakiranja u vrećice i na početku zrenja, prikazani su u tablici 5.

Podatci iz tablice 5 pokazuju da se jedino tehničkom kulturom postižu normativne pH vrijednosti sira nakon soljenja (pH 5,10 – 5,30). Kod kulture B to se postiže kod 17 uzoraka, a kod kulture C samo kod 1 uzorka. Ovo potonje može se objasniti bržim blokiranjem aktivnosti termofilne bakterije *Streptococcus thermophilus* nakon dospijanja sira u razmjerno hladniju salamuru (15°C).

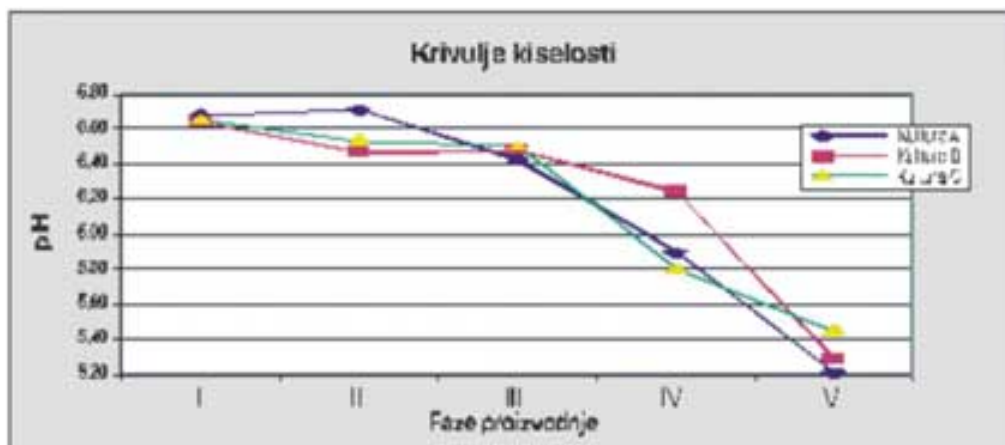
Tablica 5: Kiselost (pH) sira nakon soljenja

Table 5: Acidity (pH) of cheese after salting

Razred Class	Kultura A Culture A		Kultura B Culture B		Kultura C Culture C	
	f	%	f	%	f	%
5,10 – 5,15	3	13,64	-	-	-	-
5,16 – 5,20	9	40,92	3	12,00	-	-
5,21 – 5,25	5	22,72	10	40,00	1	5,00
5,26 – 5,30	5	22,72	4	16,00	-	-
5,31 – 5,35	-	-	2	8,00	-	-
5,36 – 5,40	-	-	4	16,00	4	20,00
5,41 – 5,45	-	-	1	4,00	4	20,00
5,46 – 5,50	-	-	1	4,00	7	35,00
5,51 – 5,55	-	-	-	-	3	15,00
5,56 – 5,60	-	-	-	-	1	5,00
Ukupno Total	22	100,00	25	100,00	20	100,00

### Krivulje kiselosti

Na temelju izračunatih srednjih pH vrijednosti u pojedinim fazama proizvodnje izrađene su krivulje kiselosti sira Podravca za svaku vrstu upotrijebljene mljekarske kulture.



Grafikon 1: Krivulje kiselosti sira Podravca

Figure 1: Acidity curves of Podravec cheese

Grafikon 1 usporedno prikazuje krivulje kiselosti sira Podravca proizvedenog istraživanim kulturama, odnosno kretanje pH vrijednosti po pojedinim fazama proizvodnje. Vidljivo je izraženije odstupanje između upotrijebljenih kultura u II. (mlijeko prije sirenja) i IV. fazi proizvodnje (sir prije soljenja). Posebice je važno odstupanje krivulje kiselosti pH-vrijednosti kod sira prije soljenja proizvedenog kulturom B, tj. zamrznutom koncentriranom kulturom za izravnu upotrebu, odnosno odstupanje pH-vrijednosti od normativa.

### Organoleptička svojstava

Nakon zrenja od 30 dana, degustacijom pokusnih sireva utvrđena su sljedeća dominantna svojstva:

- 18 uzoraka sireva proizvedenih kulturom A imali su ujednačenu i karakterističnu boju, prerez, konzistenciju, okus i miris;
- 20 uzoraka sireva proizvedenih kulturom B imali su manje ili više izražen bijeli rub ispod kore, koji se difuzno širio prema sredini sira. Na



prerezu sira uočena su brojna netipična sirna okašca, dok su okus i miris sira bili svojstveni;

- 17 uzoraka sireva proizvedenih kulturom C bili su bez bijelog ruba, svojstvene boje, na prerezu s manjim brojem malih sirnih okašaca. Okus i miris sireva bili su slabije izraženi i nesvojstveni.

### ***Zaključak***

Na temelju rezultata provedenih istraživanja, može se zaključiti sljedeće:

- u uvjetima kontinuirane i automatizirane linije predprešanja, kalupljenja i prešanja sira, u relativno kratkom vremenu tehnološkog procesa (oko 4,5 sati), normative pH-vrijednosti sira prije i nakon soljenja, te karak-teristična organoleptička svojstva postignuta su pogonskom kulturom,
- zbog sporije aktivacije i relativno kratkog vremena tehnološkog procesa do soljenja sira, zamrznutom kulturom ne postižu se normativi pH vrijednosti sira prije soljenja, što dovodi do utvrđene mane boje i prereza sira,
- iako je kombinacijom zamrznute mezofilne i termofilne kulture postignut normativ kiselosti sira prije soljenja, organoleptička svojstva prereza i okusa sira Podravca nisu bila karakteristična.

### ***SELECTION OF DAIRY CULTURE AND CHANGES OF PODRAVEC CHEESE ACIDITY DURING PRODUCTION***

#### ***Summary***

*The selection and characteristics of dairy culture play a basic role in all types of cheese production process. The most important characteristic is acidification ability i.e. lactic acid formation, which regulates manufacturing and maturing conditions of cheese, thus affecting its organoleptic characteristics as well.*

*In this work the results on control of acidity increase in Podravec cheese production are presented. In the production process, a technical culture as well as identical frozen and concentrated culture, with and without auxiliary **Streptococcus thermophilus** for direct milk inoculation, were used. It was established that the acidity, expressed as pH value, is more intensively developed in cheeses produced with culture for direct inoculation. This was especially evident in the first phases of production i.e. before cheese salting. During salting the acidity of cheeses, in both cases, was almost identical. Cheeses produced with identical frozen culture and auxiliary **Streptococcus thermophilus** culture had more pronounced acidity before salting and lower after salting in comparison with cheeses with the mentioned two cultures. Organoleptic and other characteristics of mature cheeses were identical.*

*Key words: technical dairy cultures, frozen concentrated culture for direct inoculation, pH value of cheeses, acidity curve*

### **Literatura**

- BARIĆ, S. (1964.): Statističke metode primjenjene u stočarstvu, Agronomski glasnik br. 1 i 2, Zagreb
- KAMMERLEHNER, J. (1986.): Labkäse – Technologie I i II, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen – Buer, 432 – 488.
- LURA, TVORNICA BJELOVAR (2002.): Tehnološka dokumentacija
- SALVADORI DEL PRATO, O. (1998.): Trattato di tecnologia casearia, Edagricole, Bologna, 339 - 341.
- TRATNIK, LJ. (1998.): Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 278 .

### **Adresa autora-Author address:**

Mr. sc. Slavko Kirin  
LURA d.d. Tvornica Bjelovar  
Bjelovar, V. Sredice 11

Primljeno – Received: 15.10.2002.

Prihvaćeno – Accepted: 20.11.2002.